



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL
COORDENAÇÃO DE ESTÁGIO**



**RELATÓRIO DE ESTÁGIO
SUPERVISIONADO**

Supervisor: *Gledsneli Maria de Lima Lins*

Aluno: *Carlos Eduardo Cabral Rodrigues*

Matrícula: 20221077

Campina Grande – Novembro de 2007



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

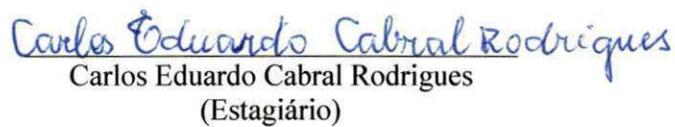
Sumé - PB

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO NA AMPLIAÇÃO E REFORMA DO
MERCADO DA FEIRA DA PRATA**

Período do estágio Supervisionado: 02 de Julho de 2007 a 02 de Novembro de 2007.


Gledsneli Maria de Lima Lins
(Orientadora)


Inaldo Luiz Silva de Assis
(Engº Responsável)


Carlos Eduardo Cabral Rodrigues
(Estagiário)

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me dado força e sabedoria para conseguir chegar até aqui. A meu Pai pela compreensão e paciência, que foi de grande importância, principalmente nos momentos mais difíceis; à professora Gledsneli Maria de Lima Lins por estar me guiando e ajudando a me familiarizar com a realidade da construção civil. Ao Engenheiro responsável da obra, Inaldo Luiz Silva de Assis, por ter me dado a oportunidade de estagiar na mesma.

Agradeço também aos Mestres de Obras (em especial ao mestre Alúcio Ribeiro Ramos), ferreiros, marceneiros, ajudantes, soldadores e trabalhadores, de forma geral, que naquela obra prestaram a mim todos e quaisquer esclarecimentos e assistências que me foram necessários para o meu aprendizado prático.

E finalmente, uma palavra de agradecimento a todos os meus professores e laboratoristas que contribuíram na minha vida acadêmica e para o enriquecimento da minha formação profissional. Por fim aos meus colegas e amigos que me ajudaram direta ou indiretamente durante toda minha vida acadêmica.

Apresentação

O presente relatório de estágio supervisionado sob a orientação da professora Gledsneli Maria de Lima Lins, foi realizado na Ampliação e Reforma da Feira da Prata situada no bairro da Prata na cidade de Campina Grande/PB, sob a responsabilidade do Engenheiro Civil Inaldo Luís Silva de Assis. O mesmo (estágio) teve duração de 80 horas mensais totalizando 320 horas em sua conclusão.

Ele mostra os conceitos teóricos que poderão ser aplicados para minimizar os imprevistos e garantir uma obra planejada e sem riscos definindo, em primeiro lugar, a descrição de uma obra civil, e depois as atividades desenvolvidas durante o estágio como a situação em que a obra encontrava-se antes do estágio.

Este tipo de estágio visa à integração aluno/mercado de trabalho, bem como combinar a teoria vivenciada durante todo o curso de Engenharia Civil com a prática da construção civil propriamente dita.

Espera-se que as descrições observadas no estágio e passadas para este relatório sejam claras, objetivas e suficientes para mostrar o que foi visto durante o período de estágio na obra.

Índice

Agradecimentos	03
Apresentação	04
1.0 <i>Introdução</i>	07
2.0 <i>Objetivos e finalidades</i>	08
3.0 <i>Revisão bibliográfica</i>	09
3.1 <i>Elementos da construção</i>	09
3.2 <i>Fases da construção</i>	10
3.2.1 <i>Trabalhos preliminares</i>	10
3.2.2 <i>Trabalhos de execução</i>	10
3.2.3 <i>Trabalhos de acabamento</i>	11
3.3 <i>Serviços de demolição</i>	11
3.4 <i>Análise do terreno</i>	12
3.5 <i>Instalação de canteiro de obras</i>	12
3.6 <i>Locação da obra</i>	13
3.6.1 <i>Início do processo de locação</i>	13
3.6.2 <i>Demarcação do terreno</i>	15
3.7 <i>Movimentos de terra</i>	17
3.7.1 <i>Tipos de movimentos de terra</i>	18
3.8 <i>Fundações</i>	20
3.8.1 <i>Tipos de fundações</i>	20
3.9 <i>Infra-estrutura</i>	28
3.10 <i>Superestrutura</i>	28
3.11 <i>Alvenaria</i>	28
4.0 <i>Concreto</i>	29
4.1 <i>Concreto virado na obra</i>	29
4.2 <i>Concreto armado</i>	30
4.3 <i>Agregados para concreto</i>	31
4.4 <i>Aditivos para concreto e argamassa</i>	31
4.5 <i>Aço para concreto armado</i>	32
5.0 <i>Argamassa – preparo e aplicação</i>	33
6.0 <i>Lajes</i>	34
6.1 <i>Lajes maciças</i>	34
6.2 <i>Lajes pré-fabricadas</i>	35
6.3 <i>Lajes nervuradas</i>	36
7.0 <i>Metodologia do estágio</i>	37
7.1 <i>Ficha técnica dos profissionais</i>	37
8.0 <i>Características da obra</i>	38

8.1	<i>Terraplanagem</i>	38
8.2	<i>Escavações</i>	38
8.3	<i>Fundações</i>	38
8.4	<i>Estrutura de concreto armado</i>	39
8.5	<i>Canteiro de obras</i>	39
8.6	<i>Equipamentos</i>	39
8.7	<i>Materiais utilizados</i>	41
8.8	<i>Concretagem e armadura</i>	42
8.9	<i>Adensamento</i>	42
9.0	<i>Segurança na obra</i>	42
10.0	<i>Atividades desenvolvidas durante o estágio</i>	43
11.0	<i>Considerações finais</i>	48
12.0	<i>Referências bibliográficas</i>	49

1.0 - Introdução

A construção civil é uma das atividades que mais gera emprego e renda, e é responsável pelo gerenciamento de uma grande quantidade de recursos humanos e financeiros. A administração desses recursos deve ser feita de forma racional a fim de se reduzir custos. Uma boa administração dessa atividade começa com um bom planejamento de todas as atividades a serem desenvolvidas e também um bom orçamento, proporcionando a obtenção de êxitos nas atividades desenvolvidas.

O desperdício nas indústrias de construção civil brasileira é um fator de grande relevância, pois de acordo com pesquisas feitas recentemente, o desperdício gerado na construção fica em torno de 20% em massa, de todos os materiais trabalhados. Por outro lado, as perdas financeiras atingem índices não inferiores a 10% dos custos totais da obra. Estas perdas estão principalmente associadas à má qualificação da mão de obra utilizada, projetos mal elaborados, planejados e orçados.

A construção civil desempenha um papel importante no crescimento de economias industrializadas e nos países que têm na industrialização uma alavanca para o seu desenvolvimento. Esta indústria se constitui também, num dos elementos-chave na geração de empregos e na articulação de sua cadeia produtiva de insumos, equipamentos e serviços para suprimento dos seus diferentes sub-setores. Mas este importante pólo industrial, em virtude do significativo aumento da competitividade, dos criteriosos controles sobre sua matéria-prima, da busca incessante por novos processos construtivos e da crescente exigência do cliente quanto à qualidade do produto por ela gerado, vem passando por um processo de transição. Mesmo assim, este setor industrial ainda mantém fortes traços tradicionais de organização do trabalho. Por mais que tente se adequar a uma nova realidade de mercado, sua principal matéria-prima continua sendo a mão-de-obra, que normalmente é composta de migrantes oriundos da atividade

agrícola, aventurando sua sorte profissional em grandes centros, iludido por promessas de uma vida mais fácil e salários compensadores.

Atualmente grande parte dos rejeitos da construção civil está sendo reutilizada, para tentar se reduzir a quantidade de materiais desperdiçados, o tipo de reutilização varia de acordo com o tipo de material.

2.0 – Objetivos e finalidades

O presente relatório tem por objetivo descrever as diversificadas atividades desenvolvidas durante o período de construção da obra, relativo ao tempo do Estágio Supervisionado, como também desenvolver no aluno de graduação do curso de Engenharia Civil o senso crítico para que este tenha condições de analisar as técnicas utilizadas para execução das obras, dos materiais empregados e utilização racional de materiais e serviços de operários.

As atividades desenvolvidas pelo estagiário na Feira da Prata (localizada na Rua: Rio Branco no bairro da Prata nesta mesma cidade), englobam um processo de aprendizagem, no qual as atividades no decorrer deste, diz respeito à verificação de:

- Plantas e Projetos;
- Quadro de Ferragens;
- Montagem e colocação de armadura;
- Montagem e colocação das armaduras e fôrmas;
- Questões de prumo e esquadro;
- Concretagem de lajes e vigas;
- Consumo de cimento;
- Retiradas de fôrmas;
- Acabamento (reboco, colocação de cerâmica e gesso, pintura, forras);
- Instalação elétrica (acrescentando, retirando e transferindo ponto de luz).

Este estágio supervisionado tem por finalidades:

- Aplicação, dos conhecimentos teóricos adquiridos no curso até o momento na prática;
- Aquisição de novos conhecimentos gerais e termos utilizados no cotidiano da construção civil;
- Desenvolver a capacidade de analisar e solucionar possíveis problemas que possam vir a surgir no decorrer das atividades;
- Promover e desenvolver um bom relacionamento profissional com as pessoas envolvidas no trabalho.

3.0 - Revisão bibliográfica

Sabe-se que para a execução de qualquer projeto deve-se antes de tudo, realizar uma entrevista com o interessado em executar qualquer tipo de construção. Devemos considerar que geralmente o cliente é praticamente leigo, cabendo então ao profissional orientar esta entrevista, para obter o maior número possível de dados.

Para nos auxiliar na objetividade da entrevista inicial com o cliente, fazemos um modelo de questionário, que tem a função de orientar evitando esquecimentos. Este modelo poderá ser preenchido parcialmente durante a entrevista. Não é possível seu preenchimento completo, pois é útil e indispensável uma visita ao terreno, antes de iniciarmos o projeto.

A obra de construção de edifícios tem seu início propriamente dito, com a implantação do canteiro de obras. Isso requer um projeto específico, que deve ser cuidadosamente elaborado a partir das necessidades da obra e das condições do local de implantação. Porém, antes mesmo do início da implantação do canteiro, algumas atividades prévias, comumente necessárias, podem estar a cargo do engenheiro de obras. Tais atividades são usualmente denominadas "Serviços Preliminares" e envolvem, entre outras atividades: a verificação da disponibilidade de instalações provisórias; as demolições, quando existem construções remanescentes no local em que será construída a obra; a retirada de entulho e também, o movimento de terra necessário para a obtenção do nível de terreno desejado para o edifício.

3.1 - Elementos da construção

Os elementos de uma construção se dividem três categorias, que são as seguintes:

- a) Essenciais – São os elementos indispensáveis à obra como: Fundações, pilares, paredes, suportes, arcos, vigas, telhado, cobertura, pisos, tetos e escadas;
- b) Secundários – São os elementos tais como: paredes divisórias ou de vedação, portas, janelas, vergas, decorações, instalações hidro-sanitárias e elétricas, calefação;
- c) Auxiliares – São os elementos utilizados durante a construção da obra, tais como: cercas, tapumes, andaimes, elevadores, guinchos, etc.

3.2 - Fases da construção

No ato da construção, podemos distinguir três fases:

- a) Trabalhos Preliminares;
- b) Trabalhos de Execução;
- c) Trabalhos de Acabamento.

3.2.1 - Trabalhos preliminares

São os iniciais, os que precedem a própria execução da obra. Na ordem em que se sucedem, são os seguintes:

- Programa;
- Escolha do local;
- Aquisição do terreno;
- Estudo do projeto;
- Concorrência;
- Ajuste de execução;
- Organização da praça de trabalho;
- Aprovação do projeto;
- Estudo do subsolo;
- Terraplanagem e locação.

3.2.2 - Trabalhos de execução

Estes são os trabalhos da construção propriamente dita. Pertencem a essa categoria:

- Abertura das cavas;
- Consolidação do terreno;
- Execução dos alicerces;
- Apiloamento;
- Fundação das obras de concreto;
- Levantamentos das paredes;
- Armação dos andaimes;
- Engradamento dos telhados;
- Colocação da cobertura;
- Assentamento das canalizações;
- Revestimento das paredes.

3.2.3 - Trabalhos de acabamento

Estes trabalhos compreendem as obras finais da construção, como sejam: assentamento das esquadrias e dos rodapés, envidraçamento dos caixilhos de ferro e de madeira, pintura geral, colocação dos aparelhos de iluminação, sinalização e controle, calafetagem e acabamento dos pisos, limpeza geral e arremate final.

3.3 - Serviços de demolição

Quando da existência de edifícios no local em que se vai realizar a obra, pode-se ter a possibilidade de aproveitamento de parte ou de todas as edificações existentes como instalações provisórias para escritório, almoxarifado ou mesmo alojamento dos operários. Neste caso, cabe um estudo de implantação do canteiro buscando utilizar tais construções durante o desenvolvimento da obra, deixando sua demolição para o final. Nem sempre, porém, é técnica ou economicamente viável a utilização dessas construções, sendo muitas vezes necessária sua completa remoção antes mesmo da implantação do canteiro, caracterizando uma etapa de serviços de demolição. Observe-se que a responsabilidade pela segurança é sempre da construtora, ainda que tenha contratado uma empresa especializada para fazer o serviço de demolição; daí a necessidade de um constante controle sobre o andamento dos serviços. A NBR 5682 - "Contratação, execução e supervisão de demolições" [ABNT, 1977] fixam algumas

condições exigíveis para a contratação e licenciamento de trabalhos de demolição, providências e precauções a serem tomadas antes, durante e após os trabalhos e métodos de execução.

3.4 - Análise do terreno

A sondagem do terreno normalmente ocorre antes do início da execução das fundações e tem por objetivo conhecer o tipo de solo, sua resistência se houverem aterros, se o mesmo possui problemas de estabilidade ou se o terreno é encharcado. É um trabalho técnico e minucioso que exige o acompanhamento de profissionais da área e, se mal executado, pode comprometer a estrutura do edifício e o andamento das demais etapas de projeto e construção. Os trabalhos de sondagem se resumem em quatro etapas: implantação dos equipamentos e pessoal no canteiro de obras; execução dos serviços em campo; análise e interpretação dos resultados em laboratório; relatório final com o teste explicativo e desenhos dos perfis e secções geológicas. A forma de sondagem a ser utilizada é escolhida em função do vulto e das características da edificação que será implantada no terreno e de suas características. O número de sondagens a ser realizada num terreno, sua localização em planta, bem como a profundidade a ser explorada para o caso de Sondagem de Reconhecimento está definido na NB-12/79 (NBR 8036). "Na hipótese de ocorrência, nas fundações, de cargas muito divergentes ou de grandes cargas concentradas, será obrigatória a execução de um maior número de sondagens nas áreas mais carregadas, bem como a retirada de amostras significativas para ensaio de laboratório" [GUEDES, 1 994]. A topografia do terreno também é um aspecto importante, pois dá uma idéia de quanto é preciso despender com serviços de terraplenagem (movimentação de terra para deixar o terreno plano). Terrenos muito inclinados exigem maiores volumes de corte e/ou aterros, podendo ser necessária a construção de muros de arrimo. É importante observar que a avaliação do desnível do terreno toma como referência o nível da rua.

3.5 - Instalação de canteiro de obras

O canteiro é preparado de acordo com as necessidades, depois do terreno limpo e com o movimento de terra executado. Deverá ser localizado e feito um barracão de madeira, chapas compensadas, ou então de tijolos assentados com argamassa de barro,

geralmente usando-se materiais usados. Nesse barracão serão depositados os materiais e ferramentas, servindo também para o guarda-noturno da obra.

O dimensionamento do canteiro compreende o estudo geral do volume da obra.

Este estudo pode ser dividido como segue:

- Área disponível para as instalações;
- Empresas empreiteiras previstas;
- Máquinas e equipamentos necessários;
- Serviços a serem executados;
- Materiais a serem utilizados;
- Prazos a serem atendidos.

Deverá ser providenciada a ligação de água e construído o abrigo para o cavalete e respectivo hidrômetro.

Deve-se providenciar a ligação de energia se necessário.

No barracão será depositado o cimento e a cal, para protegê-los da intempérie.

Áreas para areia, pedras, tijolos, madeiras, ferro, etc., deverão se escolhidos locais para esse fim, próximo a ponto de utilização, tudo dependendo do vulto da obra, sendo que nela também poderão ser construídos escritórios, alojamento para operários, refeitório e instalação sanitária, bem como distribuição de máquinas, se houver.

Em zonas urbanas de movimento de pedestres, deve ser feito um tapume, "encaixotamento" do prédio, com tábuas alternadas ou chapas compensadas, para evitar que materiais caiam na rua.

3.6 - Locação da obra

Com os projetos de arquitetura e estrutura em mãos e feitos a limpeza do terreno e o movimento de terra, iniciam-se a fase de locação da obra, que consiste em transferir para o terreno o que foi projetado em escala reduzida. Nesta etapa, conhecida como "gabarito", serão locados e determinados o posicionamento das estacas, blocos de fundação, eixo de pilares, vigas e paredes. É nesta fase que a futura residência será visualizada no lote, através de um desenho das paredes feito no chão. Existem diferentes métodos de locação, que usualmente variam em função do tipo de edifício. As características do processo de locação em si e seus diferentes métodos serão abordados na seqüência.

3.6.1 - Início do processo de locação

O primeiro passo para a execução da locação da obra é a leitura da planta, elaborada pelo arquiteto e a interpretação das informações do projeto estrutural, onde estão contidas as localizações de pilares, fundações e vigas. No projeto de locação, toma-se como referência um ponto conhecido e previamente definido, a partir do qual se passa a posicionar (locar) no solo a projeção do edifício contido no projeto arquitetônico, sendo comum adotar-se como referência os seguintes pontos:

- O alinhamento da rua;
- Um poste no alinhamento do passeio;
- Um ponto deixado pelo topógrafo quando da realização do controle do movimento de terra;
- Uma lateral do terreno.

A locação deve ser iniciada pelos elementos da fundação, tais como as estacas, os tubulões, as sapatas isoladas ou corridas, entre outros.

Os elementos são comumente demarcados pelo eixo, definindo-se posteriormente as faces, nos casos em que seja necessário, como ocorre, por exemplo, com as sapatas corridas, baldrame e alvenarias.

Os cuidados com a locação dos elementos de fundação de maneira precisa e correta são fundamentais para a qualidade final da obra, pois dela dependem outros elementos do edifício: estruturas, alvenarias, revestimentos, dentre outros. Portanto, o tempo empreendido para a correta locação dos eixos iniciais do edifício evita futuros problemas e favorece a um melhor desempenho e qualidade da obra.

A demarcação dos pontos que irão definir o edifício no terreno é feita a partir do referencial previamente definido, considerando-se três coordenadas, sendo duas planimétricas e uma altimétrica, as quais possibilitam definir o centro ou eixo central do elemento que se vai demarcar (fundação, parede, etc.).

A medição das distâncias é feita com uma trena, que pode ser de aço (comum ou tipo invar) ou de plástico armado com fibra de vidro. Existem também as trenas de pano

que, no entanto, devem ser evitadas, pois se deformam sensivelmente, causando diferenças significativas nas medidas.

A coordenada altimétrica é dada pela transferência de nível de um ponto origem (referência) para o outro que se deseja demarcar. Esta operação pode ser realizada com auxílio de um aparelho de nível, com um nível de mangueira associado ao fio de prumo, régua de referência (guia de madeira ou metálica) e trena.

Pode-se utilizar um teodolito para definir precisamente dois alinhamentos mestres, ortogonais entre si, sendo as demais medidas feitas com a trena.

3.6.2 - Demarcação do terreno

A demarcação poderá ser realizada com o auxílio de aparelhos topográficos (teodolito e nível), com o auxílio de nível de mangueira, régua, fio de prumo e trena, ou ainda, um misto entre os dois. A definição por uma ou outra técnica dependerá do porte do edifício e das condições topográficas do terreno. O processo topográfico é utilizado principalmente em obras de grande extensão ou em obras executadas com estrutura pré-fabricada (de concreto ou aço), pois neste caso, qualquer erro pode comprometer seriamente o processo construtivo. Nos casos de edifícios de pequena extensão, construídos pelo processo tradicional, é comum o emprego dos procedimentos "manuais". Em quaisquer dos casos, porém, a materialização da demarcação exigirá um elemento auxiliar que poderá ser constituído por simples piquetes, por cavaletes ou pela tabeira (também denominada tapume, tábua corrida ou gabarito). Estas formas de demarcação estão ilustradas na Figura 1. A tabeira ou gabarito é montada com auxílio de pontaletes de madeira de 7,5x7,5cm ou 7,5x10,0cm, espaçados de 1,50 a 1,80m, nos quais são fixadas tábuas de 15 ou 20cm de largura, que servirão de suporte para as linhas que definirão os elementos demarcados, que podem ser de arame recozido nº 18 ou fio de náilon. A tabeira, devidamente nivelada, é colocada ao redor de todo o edifício a ser locado, a aproximadamente 1,20m do local da construção e com altura superior ao nível do baldrame, variando de 0,4m a 1,5m acima do nível do solo. Há também quem defenda seu posicionamento de modo que fique com altura superior aos operários, para facilitar o tráfego tanto de pessoas como de equipamentos pela local da obra. A tabeira pode ser utilizada mesmo em terrenos acidentados e com grande desnível. Nestes casos é construída em patamares, como ilustra a Figura 2.

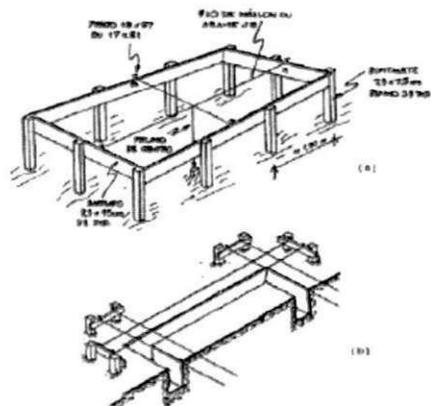


Figura 1: Ilustração dos elementos auxiliares para a locação de edifícios.

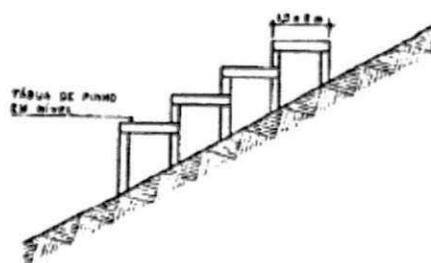


Figura 2: Ilustração da tabeira executada em diferentes níveis.

As linhas das coordenadas planimétricas cruzam-se definindo o ponto da locação, o qual é transferido para o solo com o auxílio do fio de prumo, cravando-se um piquete neste ponto. Para a medição das coordenadas, deve-se tomar sempre a mesma origem, trabalhando-se com cotas acumuladas para evitar a propagação de possíveis erros. Definido o alinhamento do eixo dos elementos determina-se a face, na própria tabeira, colocando-se pregos nas laterais, como ilustra a Figura 3.

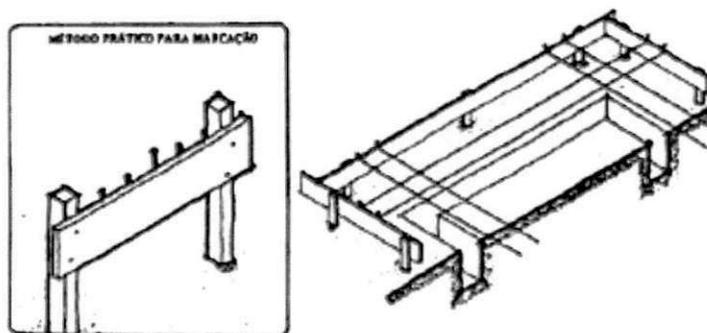


Figura 3: Ilustração da demarcação do eixo e das faces de um elemento a ser locado.

O ponto que define o eixo central dos elementos deve ser destacado através de pintura, para que não se confunda com os laterais.

Observe-se que se a locação ocorrer pela face, sempre existirá o risco de haver confusão na obra, pois se pode não saber qual face foi locada inicialmente, de onde se iniciou as medidas, se a espessura do revestimento foi ou não considerada.

Assim, após ter sido demarcado o ponto central, deve-se locar os pontos laterais utilizando-se preferencialmente pregos menores. De modo geral é preferível que se tenha a tabeira como apoio à demarcação do que o cavalete, pois este pode se deslocar com maior facilidade, devido as batidas de equipamentos ou mesmo esbarrões, levando à ocorrência de erros na demarcação. No entanto, existem situações em que não é possível o emprego da tabeira, como é o caso da locação de edifícios cuja projeção horizontal seja muito extensa. Nestes casos, o uso de equipamentos topográficos auxiliados por cavaletes é a solução que torna viável a demarcação.

Ao final de cada etapa de locação devem ser conferidos os eixos demarcados, procurando evitar erros nesta fase. A conferência pode ser feita com o auxílio dos equipamentos de topografia ou mesmo de maneira simples, através da verificação do esquadro das linhas que originaram cada ponto da locação. Para isto, pode-se utilizar o princípio do triângulo retângulo (3, 4, 5), como ilustra a Figura 4.

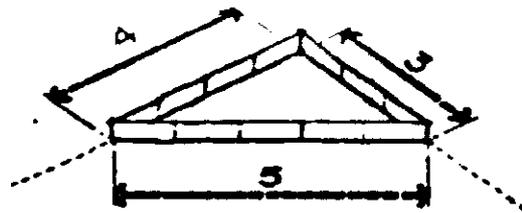


Figura 4: Ilustração do método do triângulo para a conferência do esquadro entre linhas ortogonais de uma demarcação.

3.7 - Movimentos de terra

Segundo Cardão, serviços de movimento de terra compreendem um conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga, compactação e acabamentos executados com a finalidade de modificar o terreno natural para uma nova conformação topográfica desejada. A etapa de movimento de terra pode-se estender desde a retirada

de entulho de demolição, envolvendo ainda o desmatamento e o destocamento, até a limpeza do terreno retirando-se a camada superficial, dando condições para o prosseguimento das atividades de movimento de terra propriamente ditas.

3.7.1 - Tipos de Movimento de Terra

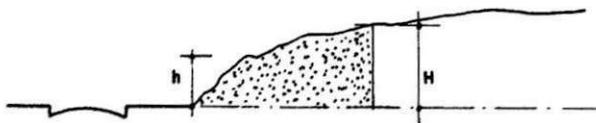
- a) Corte;
- b) Aterro;
- c) Corte + Aterro.

O caso "a" geralmente é o mais desejável uma vez que minimiza os possíveis problemas de recalque que o edifício possa vir a sofrer. Ao se executar aterros, deve-se tomar cuidado com a compactação do terreno. Quando o nível de exigência da compactação é baixo, isto é, não é fundamental para o desempenho estrutural do edifício, é possível utilizar-se pequenos equipamentos, tais como os "sapos mecânicos", os soquetes manuais, ou ainda, os próprios equipamentos de escavação devida, sobretudo ao seu peso. Quando o nível de exigência é maior devem-se procurar equipamentos específicos de compactação, tais como os rolos compactadores liso e pé-de-carneiro.

- *Cortes:* No caso de cortes, deverá ser adotado um volume de solo correspondente à área da seção multiplicada pela altura média, acrescentando-se um percentual de empolamento. O empolamento é o aumento de volume de um material, quando removido de seu estado natural e é expresso como uma porcentagem do volume no corte. Relacionamos abaixo alguns empolamentos.

MATERIAIS	%
Argila natural	22
Argila escavada, seca.	23
Argila escavada, úmida.	25
Argila e cascalho seco	41
Argila e cascalho úmido	11
Rocha decomposta	
75% rocha e 25% terra	43
50% rocha e 50% terra	33
25% rocha e 75% terra	25
Terra natural seca	25
Terra natural úmida	27
Areia solta, seca.	12
Areia úmida	12
Areia molhada	12
Solo superficial	43

OBS: Quando não se conhece o tipo de solo, podemos considerar o empolamento entre 30 a 40%.

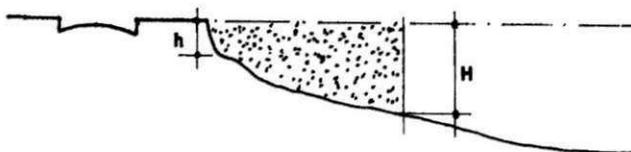


$$h_m = \frac{H+h}{2}$$

$$V_c = A_b \cdot h_m \cdot 1,4$$

O corte é facilitado quando não se tem construções vizinhas, podendo mesmo fazê-lo maior, mas quando efetuado nas proximidades de edificações ou vias públicas, devemos empregar métodos que evitem ocorrências, como: ruptura do terreno, descompressão do terreno de fundação ou do terreno pela água.

- **Aterros e reaterros:** No caso de aterros, deverá ser adotado um volume de solo correspondente a área da seção multiplicada pela altura média, acrescentando em 30% devido à contração considerada que o solo sofrerá, quando compactado.



$$h_m = \frac{H+h}{2}$$

$$V_a = A_b \times h_m \times 1,3$$

Para os aterros as superfícies deverão ser previamente limpas, sem vegetação nem entulhos. O material escolhido para os aterros e reaterros devem ser de preferência areia ou terra, sem detritos, pedras ou entulhos, em camadas sucessivas de no máximo 30 cm, devidamente molhadas e apiloadas manual ou mecanicamente.

3.8 - Fundações

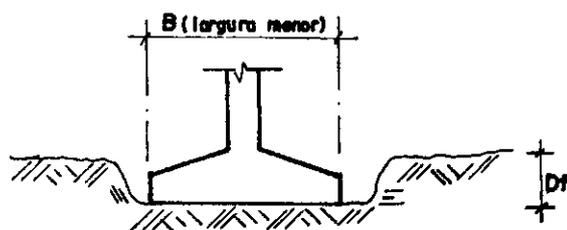
Tem como objetivo transmitir toda a carga proveniente da construção de modo a evitar qualquer possibilidade de escorregamento. Os alicerces de uma construção deverão ficar solidamente cravados no terreno firme mesmo se tratando de rocha dura não basta assentar o plano das fundações no solo, deve-se ter certeza que há uma união entre ambas.

Daí decorre a necessidade de abrirem-se cavas no terreno sólido para se construir tecnicamente as fundações. De acordo com Vargas e Nápoles Neto (1968), os principais tipos de fundações são: fundação por sapatas ou radiers, fundações por caixões ou tubulões, e fundações por estacas. Em geral todas têm como principal objetivo, distribuir as cargas da estrutura para o solo de maneira a não produzir excesso de deformações do solo que prejudiquem a estrutura.

3.8.1 - Tipos de fundações

Os principais tipos de fundações são:

- a) Fundações diretas ou rasas;
- b) Fundações indiretas ou profundas.



Fundações diretas: quando $Df \leq B$

Fundações profundas: quando $Df > B$ (sendo "B" a menor dimensão da sapata)

Se a camada ideal situa-se à profundidade de 5,0 a 6,0m, podem-se fazer brocas.

Em terrenos firmes a mais de 6,0m, devemos utilizar estacas ou tubulões.

a) Fundações Diretas

Fundações diretas são aquelas que transferem as cargas para as camadas de solo capazes de suportá-las (FABIANI, s.d.), sem deforma-se exageradamente. Esta transmissão é feita através da base do elemento estrutural, da fundação considerando apenas o apoio da peça nas camadas do solo, sendo desprezada qualquer outra forma de transferência das cargas (BRITO 1987). As fundações diretas podem ser divididas em rasas e profundas.

A fundação rasa se caracteriza quando a camada de suporte está próxima a superfície do solo (profundidade até 2,0m) (FABIANI, s.d.) ou quando a cota de apoio é inferior a largura do elemento da fundação (BRITO, 1987). Por outro lado a fundação é considerada profunda se suas dimensões ultrapassam todos os limites acima mencionados.

✓ Sapata isolada

São fundações de concreto simples ou armado, de pequena altura em relação à base:

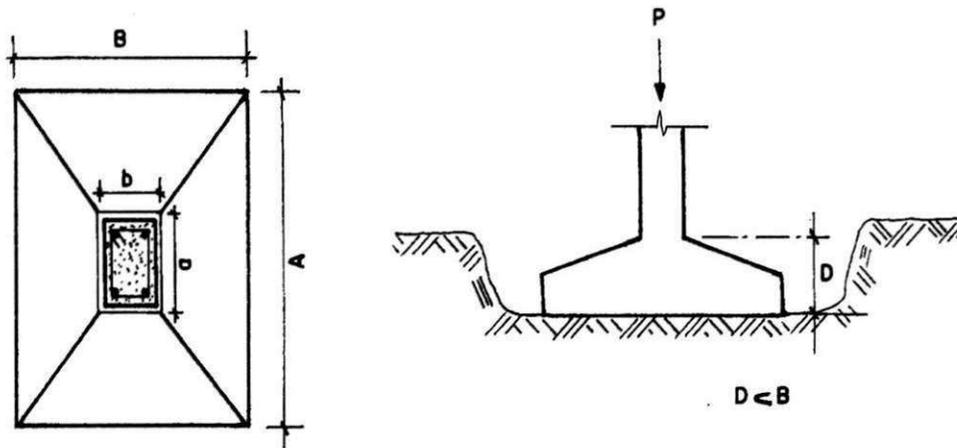
$$\begin{aligned}\bar{\sigma}_s &= \text{Tensão admissível do solo (taxa)} \\ \text{Ótimo} &= 4,0 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Regular} &= 2,0 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Fracó} &= 0,5 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Condições econômicas:} \quad A - a &= B - b \\ A - B &= a - b\end{aligned}$$

$$S_{nec} = \frac{P}{\bar{\sigma}_s} \quad , \quad \bar{\sigma} \cong \frac{SPT}{5}$$

Com o auxílio da sondagem, obtemos o SPT na profundidade adotada e calculamos a $\bar{\sigma}$ do solo. Dividindo a carga P pela $\bar{\sigma}$ do solo, encontramos a área necessária da sapata (S_{nec}).

Encontrada a área, adotam-se as dimensões e verificam-se as economias.



✓ Blocos de Fundação

Blocos de fundação → Assumem a forma de bloco escalonado, ou pedestal, ou de um tronco de cone. Alturas relativamente grandes e resistem principalmente por compressão.

✓ Radier

Quando todos os pilares de uma estrutura transmitir as cargas ao solo através de uma única sapata. Este tipo de fundação envolve grande volume de concreto, é relativamente onerosa e de difícil execução. Quando a área das sapatas ocuparem cerca de 70 % da área coberta pela construção ou quando se deseja reduzir ao máximo os recalques diferenciais.

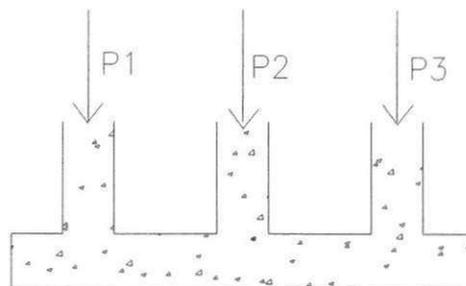


Figura 5 - Radier.

b) Fundações Indiretas ou Profundas

Fundações indiretas são aquelas que transferem as cargas por efeito de atrito lateral do elemento com o solo e por efeito de ponta (FABIANI, s.d.).

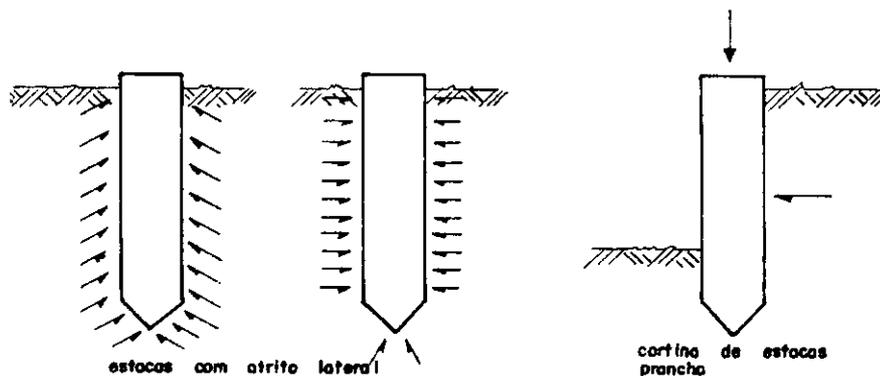
As fundações indiretas são sempre profundas em função da forma de transmissão de carga para o solo (atrito lateral) que exige grandes dimensões dos elementos de fundações.

✓ Estacas

São peças alongadas, cilíndricas ou prismáticas, cravadas ou confeccionadas no solo, essencialmente para:

- a) Transmissão de carga a camadas profundas;
- b) Contenção de empuxos laterais (estacas pranchas);
- c) Compactação de terrenos.

Podem ser: - Pré-moldadas
- Moldadas in loco



✓ Moldadas "in-loco"

1. Estaca escavada mecanicamente (s / lama)

- Acima do N.A.
- Perfuratrizes rotativas;
- Profundidades até 30m;
- Diâmetros de 0,20 a 1,70m (comum até 0,50m).

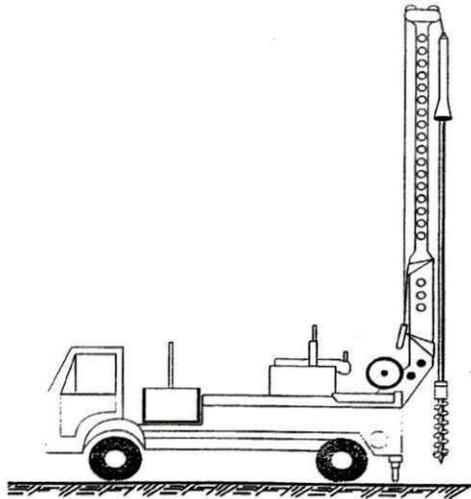


Figura 6 - Caminhão com perfuratriz.



Figura 7 - Detalhe do elemento de escavação.

✓ **Estaca Strauss**

Coloca-se o tubo de molde do mesmo diâmetro da estaca e procede-se a perfuração do terreno, por meio de um balde com porta e janela a fim de penetrar e remover o solo no seu interior em estado de lama.

Alcançado o comprimento desejado da Estaca, enche-se de concreto em trechos de 0,5 a 1,0m que é socado pelo pilão à medida que se vai extraindo o molde.

Para execução da Estaca Strauss é necessário um tripé e um guincho para suspensão do balde e do pilão.

Vantagens:

- Ausência de trepidação;
- Facilidade de locomoção dentro da obra;
- Possibilidade de verificar corpos estranhos no solo;
- Execução próxima à divisa.

Cuidados:

- Quando não conseguir esgotar água do furo não deve executar;

- Presença de argilas muito moles e areias submersas;
- Retirada do tubo.

✓ **Estacas Franki**

Coloca-se o tubo de aço (molde), tendo no seu interior junto à ponta, um tampão de concreto de relação água/cimento muito baixa, esse tampão é socado por meio de um pilão de até 4t; ele vai abrindo caminho no terreno devido ao forte atrito entre o concreto seco e o tubo e o mesmo é arrastado para dentro do solo. Alcançada a profundidade desejada o molde é preso à torre, coloca-se mais concreto no interior do molde e com o pilão, provoca-se a expulsão do tampão até a formação de um bulbo do concreto. Após essa operação desce-se a armadura e concretiza-se a estaca em pequenos trechos sendo os mesmos fortemente, apiloados ao mesmo tempo em que se retira o tubo de molde.

✓ **Estaca escavada (c/lama betonítica)**

A lama tem a finalidade de dá-la suporte a escavação. Existem dois tipos: estacões (circulares $\phi=0,6$ a 2,0m – perfuradas ou escavadas) e barretes ou diafragma (retangular ou alongadas, escavadas com “clam-shells” - Figura abaixo).

Processo executivo:

Escavação e preenchimento simultâneo da estaca com lama bentonítica previamente preparada;

Colocação da armadura dentro da escavação cheia de lama;

Lançamento do concreto, de baixo para cima, através de tubo de concretagem (tremonha);

Fatores que afetam a escavação:

- Condições do subsolo (matações, solos muito permeáveis, camadas duras etc);
- Lençol freático (NA muito alto dificulta a escavação);
- Lama betonítica (qualidade);
- Equipamentos e plataforma de trabalho (bom estado de conservação);
- Armaduras (rígidas)

✓ Estaca Apiloada

Também conhecida como soquetão ou estaca pilão. Utiliza-se o equipamento do tipo Strauss sem revestimento. Sua execução consiste na simples queda de um soquete, com massa de 300 a 600kg, abrindo um furo de 0,20 a 0,50m, que posteriormente é preenchido com concreto. É possível executar em solos de alta porosidade, baixa resistência e acima do NA. Muito utilizada no interior do Estado de São Paulo, principalmente na região de Bauru.

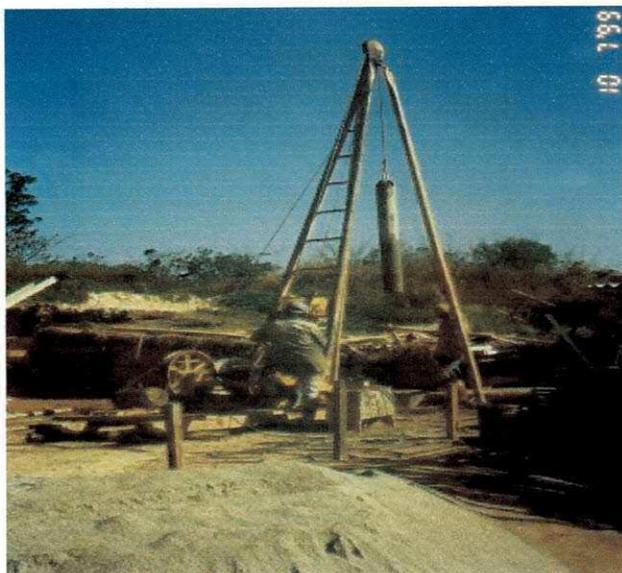


Figura 8 - Execução de estaca apiloada.

✓ Estaca de Madeira

Empregadas desde os primórdios da história. Atualmente diante da dificuldade de obter madeiras de boa qualidade e do incremento das cargas nas estruturas sua utilização é bem mais reduzida. São troncos de árvores cravados por percussão. Tem duração praticamente ilimitada quando mantida permanentemente submersa. Quando há variação do NA apodrece por ação de fungos. Em São Paulo tem-se o exemplo do reforço de inúmeros casarões no bairro Jardim Europa, cujas estacas de madeira apodreceram em razão da retificação e aprofundamento da calha do rio Pinheiros. Diâmetros de 0,20 a 0,40m e Cargas admissíveis de 150 a 500kN.

✓ Estaca Metálica

Constituídas por peças de aço laminado ou soldado como perfis de secção I e H, chapas dobradas de secção circular (tubos), quadrada e retangular bem como trilhos (reaproveitados após remoção de linhas férreas).

Hoje em dia não se discute mais o problema de corrosão de estacas metálicas quando permanece inteira ou totalmente enterrada em solo natural, isto porque a quantidade de oxigênio nos solos naturais é tão pequena que, a reação química tão logo começa já se esgota completamente este componente responsável pela corrosão.

✓ **Estaca de Concreto**

É um dos melhores que se presta à confecção de estacas em particular das pré-moldadas pelo controle de qualidade que pode se exercer tanto na confecção quanto na cravação.

Podem ser de concreto armado ou protendido adensado por vibração ou centrifugação.

As secções transversais mais comumente empregadas são: circular (maciça ou vazada), quadrada, hexagonal e a octogonal.

Suas dimensões são limitadas para as quadradas de 0,30 x 0,30m e para as circulares de 0,40m de diâmetro. Secções maiores são vazadas. Cuidados devem ser tomados no seu levantamento. A carga máxima estrutural é especificada pelo fabricante.



Figura 9 - Cravação de estaca pré-moldada.

3.9 - Infra-estrutura

A infra-estrutura compreende os alicerces que podem ser de alvenaria ou de pedra argamassada, as cintas de amarração, os tocos de pilares.

Os tocos de pilar compreendem a parte do pilar que fica abaixo da cinta de amarração e vai até a fundação.

As cintas são responsáveis pela amarração da estrutura, além de evitar que possíveis recalques no solo provoquem rachaduras na alvenaria.

A alvenaria de pedra argamassada ou de tijolos de 1 e 1 ½ vez funcionam de modo a transmitirem os esforços de forma distribuída para o terreno, evitar a ligação direta do solo com a alvenaria ou cinta além de conter o aterro do caixão.

3.10 - Superestrutura

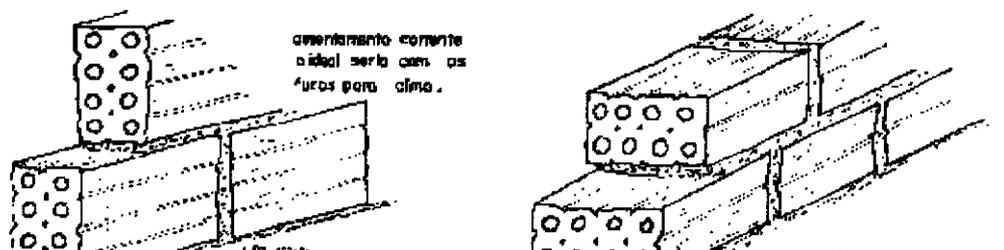
Superestrutura compreende os elementos responsáveis pela sustentação da edificação são, os pilares, vigas e lajes. Devem ser projetadas de tal maneira que garanta a estabilidade, conforto e segurança. As peças estruturais podem ser fabricadas in loco ou pré-fabricadas para uma posterior aplicação no local.

Os materiais mais empregados na confecção de peças estruturais são: o concreto armado, madeira e aço.

3.11 Alvenaria

Chamam-se alvenarias as construções formadas de blocos naturais ou artificiais, susceptíveis de resistirem unicamente aos esforços de compressão e dispostos de maneira tal que as superfícies das juntas sejam normais aos esforços principais.

As alvenarias mais utilizadas para fechamento, podem ser construídas com tijolos cerâmicos, blocos de concreto, blocos de solo cimento entre outros.



4.0 - Concreto

O concreto consiste na mistura entre cimento, água, pedra e areia, sendo que o cimento ao ser hidratado pela água, forma uma pasta resistente e aderente aos fragmentos de agregados (pedra e areia), formando um bloco monolítico. É importante determinar a proporção entre todos os materiais que fazem parte do concreto, a mesma denomina-se dosagem ou traço do concreto. Quando se quer obter concretos com características especiais, acrescenta-se aditivos, isopor, pigmentos, fibras ou outros tipos de adições à mistura.

Cada material a ser utilizado na dosagem deve ser analisado previamente em laboratório (conforme normas da ABNT), a fim de verificar a qualidade e para se obter os dados necessários à elaboração do traço (massa específica, granulometria, etc.). Outra preocupação que se deve adotar no preparo do concreto é o cuidado com a qualidade e a quantidade da água utilizada, pois ela é a responsável por ativar a reação química que transforma o cimento em uma pasta aglomerante. Se sua quantidade for muito pequena, a reação não ocorrerá por completo e se for superior a ideal, a resistência diminuirá em função dos poros que ocorrerão quando este excesso evaporar. A relação entre o peso da água e do cimento utilizados na dosagem é chamada de fator água/cimento (a/c). O concreto deve ter uma boa distribuição granulométrica a fim de preencher todos os vazios, pois a porosidade por sua vez tem influência na permeabilidade e na resistência das estruturas de concreto.

4.1 - Concreto virado na obra (in loco)

Concreto “virado na obra” é uma expressão popular de se referir ao concreto que é dosado e misturado, no canteiro da própria obra onde será aplicado (Fig. 10). Baldes, latas ou caixotes de madeira com dimensões conhecidas, são utilizados para fazer a dosagem dos componentes do concreto volumetricamente. Para a mistura e homogeneização do concreto são utilizadas pás, enxadas, ou pequenas betoneiras elétricas.



Figura 10: Concreto virado na obra

Atualmente, com toda a tecnologia desenvolvida para o concreto, contando com aditivos para diversas finalidades, controle tecnológico do concreto (amostras, ensaios, etc.), os mais diversos equipamentos para bombeamento, centrais dosadoras móveis (equipamentos dotados de balanças e que podem ser instalados nos canteiros mais distantes), “virar o concreto na obra” passou a ser uma atividade que deve ser analisada com muito critério. Uma medida a ser tomada para “virar o concreto na obra” e não se perder nos custos é checar o volume recebido de todos os caminhões que chegam com areia e pedra, armazenar o cimento protegido de qualquer tipo de umidade (local coberto e afastado do piso), além de ensaiar estes materiais em laboratório para conseguir um traço mais econômico.

4.2 - Concreto armado

Denomina-se concreto armado à estrutura que apresenta em seu interior, armações feitas com barras de aço. Estas armações são necessárias para atender à deficiência do concreto em resistir a esforços de tração (seu forte é a resistência à compressão) e são indispensáveis na execução de peças como vigas e lajes, por exemplo. Outra característica deste conjunto é o de apresentar grande durabilidade. A pasta de cimento envolve as barras de aço de maneira semelhante aos agregados, formando sobre elas uma camada de proteção que impede a oxidação. As armaduras além de garantirem as resistências à tração e flexão, podem também aumentar a capacidade de carga à compressão. O projeto das estruturas de concreto armado é feito por engenheiros especializados no assunto, conhecidos também como calculistas. São eles quem determina a resistência do concreto, a bitola do aço, o espaçamento entre as barras e a dimensão das peças que farão parte do projeto (sapatas, blocos, pilares, lajes,

vigas, etc). Um bom projeto deve considerar todas as variáveis possíveis e não só os preços unitários do aço e do concreto. Ao se utilizar uma resistência maior no concreto, por exemplo, pode-se reduzir o tamanho das peças, diminuindo o volume final de concreto, o tamanho das fôrmas, o tempo de desfôrma, a quantidade de mão de obra, a velocidade da obra, entre outros.

4.3 - Agregados para concreto

Os agregados constituem um componente importante no concreto, contribuindo com cerca de 80% do peso e 20% do custo de concreto estrutural sem aditivos, de fck da ordem de 15 Mpa. Suas características apresentam larga gama de variação, o que os leva, na tecnologia do concreto, a ser submetidos a acurado estudo e a controle de qualidade tanto antes como durante a execução da obra. Não devem reagir perante o cimento e ser estáveis perante os agentes que irão entrar em contato com o cimento. Devem ser excluídos os agregados provenientes de rochas macias, friáveis ou de baixa resistência à compressão, ou que contenham pirita, gesso e componentes ferrosos; devem ser isentos de argila e matéria orgânica, ou de materiais que prejudiquem sua aderência à argamassa ou interfiram na pega e no endurecimento. (L. A. Falcão Bauer).

O concreto pode ser classificado quanto à origem como:

- Naturais: Os agregados naturais são aqueles que estão praticamente prontos para serem utilizados, portanto cabe ao tecnologista encontra-los na região onde se deseja instalar uma obra de engenharia.

- Industrializados: Os que têm sua composição particulada obtida por processos industriais. Nestes casos, a matéria-prima pode ser: rocha, escória de alto-forno e argila.

4.4 - Aditivos para concreto e argamassa

Os aditivos são figuras de fundamental importância para a composição do concreto. Há quem diga que eles são o quarto elemento da família composta por cimento, água e agregados e que sua utilização é diretamente proporcional à necessidade de se obter concretos com características especiais.

Os mesmos têm a capacidade de alterar propriedades do concreto em estado fresco ou endurecido e apesar de estarem divididos em várias categorias, os aditivos carregam em si dois objetivos fundamentais, o de ampliar as qualidades de um concreto, ou de minimizar seus pontos fracos.

Como exemplo, podemos dizer que sua aplicação pode melhorar a qualidade do concreto nos seguintes aspectos:

- Trabalhabilidade
- Resistência
- Compacidade
- Durabilidade
- Bombeamento
- Fluidez (auto adensável)

E pode diminuir sua:

- Permeabilidade
- Retração
- Calor de hidratação
- Tempo de pega (retardar ou acelerar)
- Absorção de água

Sua utilização, porém, requer cuidados. Além do prazo de validade e demais precaução que se devem ter com a conservação dos aditivos é importante estar devidamente informado sobre o momento certo da aplicação, a forma de se colocar o produto e a dose exata.

4.5 - Aço para concreto armado

O aço é uma liga metálica de ferro e carbono, com um percentual de 0,03% a 2,00% de participação do carbono, que lhe confere maior ductilidade, permitindo que não se quebre quando é dobrado para a execução das armaduras.

Os fios e barras de aços utilizados nas estruturas de concreto são classificados em categorias, conforme o valor característico da resistência de escoamento (f_{yk}). Nesta

classificação, a unidade de medida está em kgf/mm^2 , sendo os aços classificados como: CA 25; CA 40; CA 50 ou CA 60.

No caso do CA 50, por exemplo, sua resistência (f_yk) é equivalente a 500 MPa.

Os aços podem também ser divididos conforme o processo de fabricação:

Aços Tipo A:

- Fabricados pelo processo de laminação a quente sem posterior deformação a frio, ou por laminação a quente com encruamento a frio.
- Apresenta em seu gráfico de tensão x deformação um patamar de escoamento.
- São fabricados com bitolas (diâmetros) iguais ou maiores do que 5mm.
- São denominados barras de aço.

Aços Tipo B:

- Fabricados pelo processo de laminação a quente com posterior deformação a frio (trefilação, estiramento ou processo equivalente).

- Não apresenta em seu gráfico tensão x deformação um patamar de escoamento.

- São fabricados com bitolas de 5,0mm; 6,3mm; 8,0mm; 10,0mm e 12,5mm.

- São denominados fios de aço.

As barras de bitola igual ou superior a 10 mm deverão apresentar marcas de laminação, identificando o produto e a categoria do material. Enquanto as de bitola inferior a 10 mm e os fios serão identificados por cores, (pintura do topo).

Para projeto, devem ser usados os diâmetros e seções transversais nominais indicadas na NBR 7480 (Barras e fios de aço destinados à armadura para concreto armado).

5.0 - Argamassa - preparo e aplicação

As argamassas, junto com os elementos de alvenaria, são os componentes que formam a parede de alvenaria não armada, sendo a sua função:

- *unir solidamente os elementos de alvenaria*
- *distribuir uniformemente as cargas*
- *vedar as juntas impedindo a infiltração de água e a passagem de insetos, etc...*

As argamassas devem ter boa trabalhabilidade. Difícil é aquilatar esta trabalhabilidade, pois são fatores subjetivos que a definem. Ela pode ser mais ou menos trabalhável, conforme o desejo de quem vai manuseá-la. Podemos considerar que ela é trabalhável quando se distribui com facilidade ao ser assentada, não "agarra" a colher do pedreiro; não endurece rapidamente permanecendo plástica por tempo suficiente para os ajustes (nível e prumo) do elemento de alvenaria.

6.0 - Lajes

Lajes são partes elementares dos sistemas estruturais dos edifícios de concreto armado. As lajes são componentes planos, de comportamento bidimensional, utilizados para a transferência das cargas que atuam sobre os pavimentos para os elementos que as sustentam.

As principais ocorrências de lajes incidem nas estruturas de edifícios residenciais, comerciais e industriais, pontes, reservatórios, escadas, obras de contenção de terra, pavimentos rígidos de rodovias, aeroportos, dentre outras. No caso particular de edifícios de concreto, existem diversos métodos construtivos com ampla aceitação no mercado da construção civil. A seguir, serão apresentados os principais sistemas estruturais de pavimentos de concreto armado (ou protendido) utilizados pela grande gama de profissionais que atuam no âmbito da engenharia estrutural.

6.1 - Lajes maciças

São constituídas por peças maciças de concreto armado ou protendido. Foi, durante muitas décadas, o sistema estrutural mais utilizado nas edificações correntes em concreto armado. Graças a sua grande utilização, o mercado oferece uma mão-de-obra bastante treinada. Este tipo de laje não tem grande capacidade, portanto, devido à pequena relação rigidez/peso. Os vãos encontrados na prática variam, geralmente, entre 3 e 6 metros, podendo-se encontrar vãos até 8 metros. Dentro dos limites práticos, esta solução estrutural apresenta uma grande quantidade de vigas, o que dificulta a execução das fôrmas. Estruturalmente, as lajes são importantes elementos de contraventamento (diafragmas rígidos nos pórticos tridimensionais) e de enrijecimento (mesas de compressão das vigas "T" ou paredes portantes).

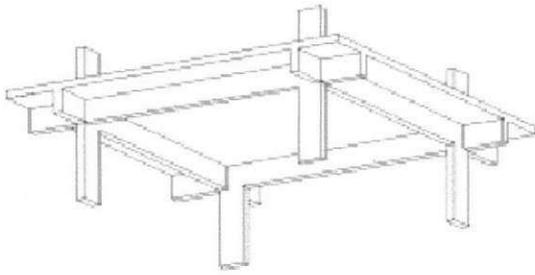


Figura 11 - Laje maciça



Figura 12 - Laje maciça e blocos de transição

Na Figura 12 observa-se uma laje maciça apoiada sobre vigas e blocos de transição (requerido devido à mudança de seção do pilar de retangular para circular). Esta solução permite uma grande versatilidade geométrica das peças constituintes da edificação uma vez que são moldadas *in loco*.

A maior desvantagem neste tipo de solução estrutural é a necessidade de execução de uma estrutura de cimbramento (fôrmas), tornando-a anti-econômica quando não houver repetitividade do pavimento.

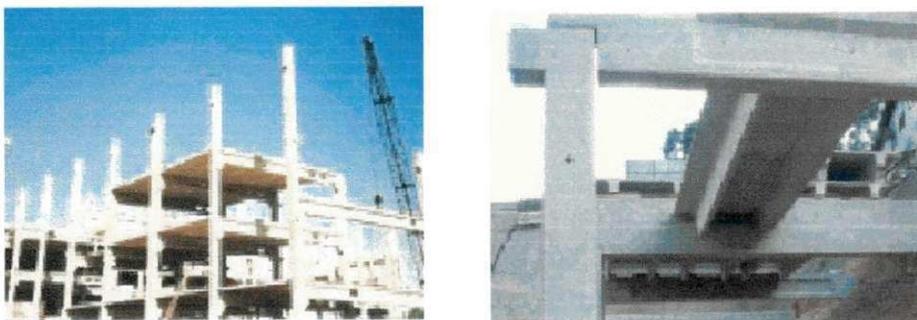
6.2 - Lajes pré – fabricadas

Existem diversos tipos de lajes pré-fabricadas, que seguem um rígido controle de qualidade das peças, inerente ao próprio sistema de produção. Podem ser constituídas por vigotas treliçadas ou armadas, que funcionam como elementos resistentes, cujos vãos são preenchidos com blocos cerâmicos ou de cimento, conforme indicado na Figura 13.a, ou por painéis pré-fabricados protendidos ou treliçados, apoiados diretamente sobre as vigas de concreto ou metálico (estrutura mista), mostrado nas Figuras 13 e 14, dispensando-se o elemento de vedação.



Figuras 13 e 14 - Operação de alinhamento das vigotas e painéis treliçados (cortesia Lajes Anhanguera)

No caso das lajes compostas por vigotas e blocos cerâmicos, ao contrário dos painéis pré-fabricados, deve ser feita a solidarização do conjunto com uma capa superior de concreto, geralmente de 4 cm de espessura. A grande vantagem deste tipo de solução é a velocidade de execução e a dispensa de fôrmas. Seus vãos variam de 4 a 8 metros, podendo-se chegar a 15 metros.

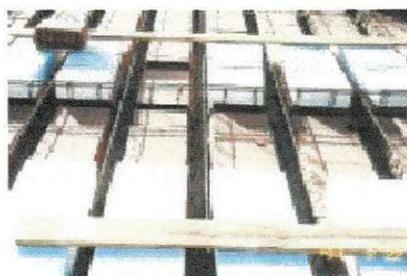


Figuras 15 e 16 - Operação de montagem de painéis pré-fabricados (cortesia Rodrigues Lima)

6.3 - Lajes nervuradas

São empregadas quando se deseja vencer grandes vãos e/ou grandes sobrecargas. O aumento do desempenho estrutural é obtido em decorrência da ausência de concreto entre as nervuras, que possibilita um alívio de peso não comprometendo sua inércia. Devido à alta relação entre rigidez e peso apresentam elevadas frequências naturais. Tal fato permite a aplicação de cargas dinâmicas (equipamentos em operação, multidões e veículos em circulação) sem causar vibrações sensíveis ao limite de percepção humano. Para a execução das nervuras são empregadas fôrmas reutilizáveis ou não, confeccionadas normalmente em material plástico, polipropileno ou poliestireno expandido.

Devido a grande concentração de tensões na região de encontro da laje nervurada com o pilar, deve-se criar uma região maciça para absorver os momentos decorrentes do efeito da punção. Pode-se simular o comportamento de uma laje nervurada com laje pré-fabricada, vista anteriormente, colocando-se blocos de isopor junto à camada superior. Este tipo de solução oferece uma grande vantagem quanto à dispensa da estrutura de cimbramento, conforme indicado nas Figuras 17 e 18.



Figuras 17 e 18 -Laje nervurada formada por lajes pré-fabricadas com incorporação de blocos de isopor (cortesia lajes Anhanguera) e estrutura de cimbramento de alumínio (cortesia Peri).

7.0 – Metodologia do estágio

O estágio foi realizado na Construção e Ampliação do Mercado da Feira da Prata que compreende;

- Construção de uma cobertura em estrutura metálica de 7.206,46 m²
- Um mezanino de 1.620,84 m² onde será a praça de alimentação com 616 lugares, 16 bares com 12,24 m², 8 bares com 24,48 m² e 4 restaurantes com 48,96 m².
- No térreo terá 23 boxes cada boxe com 4 barracas totalizando 92 barracas que serão ocupados pelos feirantes.
- Reservatório inferior e superior com 3.80 m x 3.80 m
- Muro de arrimo cercando a área do terreno.
- Subestação área de 150 kva

7.1 - Ficha técnica dos profissionais

Arquiteto

Márcio Campos de Oliveira

Engenheiro responsável

Eng. Civil Inaldo Luiz Silva de Assis

Topógrafo

Robert Luiz

Calculo estrutural

Eng. Civil Ranieri Aguiar de Lima

Projeto Elétrico

Eng. Civil Maria do Socorro Santos

Mestre de obras:

Aluísio Ribeiro Ramos

8.0 - Características da obra

A construção esta sendo realizada pela CONTÉRNICA COMÉRCIAL TÉRMICA LTDA, tendo a presença principalmente da mão-de-obra terceirizada, como é o caso, por exemplo, da utilização do concreto industrializado fornecida pela SUPERMIX, na fundação da estrutura metálica da cobertura que foi feita em estacas a trado mecânico pela empresa COPESOLO ESTACAS E FUNDAÇÕES LTDA e na execução do pilar central que foi utilizada um tipo de forma deslizante pela empresa FORDENGER – FORMAS DESLIZANTES.

8.1 - Terraplanagem

A superfície do terreno possuía um declive onde foi necessário um corte de 1,55 metros através de métodos mecânicos e explosivos para retidas de rochas, e também foi feito um aterro de 2,65 metros na parte, mas baixa do terreno executada através de procedimentos mecânicos.

8.2 - Escavações

Para a execução das escavações, foi necessário de perfuração e do uso de explosivos.

8.3 - Fundações

A fundação da cobertura que vai ser uma estrutura metálica, foi executada com Estacas a Trado Mecânico que em media atingiram 5,5 metros de profundidade. As sapatas das fundações do mezanino vão ser construídas sobre um terreno com características de rocha e compactadas mecanicamente, regularizadas com concreto

magro. Estas foram concretadas com um concreto armado de resistência a compressão de 30 Mpa (fck).

8.4 - Estrutura de concreto armado

As cintas, lajes pré-moldadas, vigas e pilares, vão ser executados com concreto armado com uma resistência a compressão de 30 MPa (fck).

O concreto utilizado em todos os elementos estruturais foi confeccionado pela concreteira SUPER MIX, com um fck de 30 MPa, o tipo de cimento utilizado foi CII F – 32, britas 25-19 e areia natural e também feito na própria obra através da Betoneira utilizando o cimento Nassau CII – Z – 32, britas 25 – 19 e areia natural.

8.5 - Canteiro de obras

O canteiro de obras são instalações provisórias que dão o suporte necessário para que uma obra seja construída. Consta normalmente de: Barracões, cercas ou tapumes, instalações provisórias de água, energia elétrica e equipamentos, tanques para acúmulo de água e ferramentas.

É de fundamental importância, que durante o planejamento da obra, a construção do canteiro de obras fique bem definido, para que o processo de construção não seja prejudicado, e em paralelo, ofereça condições de segurança para as pessoas que venham desempenhar suas atividades profissionais na construção.

8.6 - Equipamentos

Os equipamentos são de responsabilidade da empresa contratada. Os Principais equipamentos são:

-Fôrmas

As formas utilizadas são de madeira (as mesmas causam muitos inconvenientes, como ficarem tortas na hora que estão sendo montadas no local).

Cuidados que devem ser tomados na hora da concretagem:

Ao desformar deve-se evitar forçar os cantos das fôrmas;

O diâmetro do vibrador para a concretagem não deve exceder 45 mm.

No pilar central de sustentação da cobertura de estrutura metálica foi usado forma tipo deslizante, pois este pilar possui 12 metros de altura.

-Vibrador de Imersão

É um equipamento utilizado para realizar o adensamento do concreto. O vibrador utilizado nesta obra tem 1,5 CV de potência.

-Serra Elétrica

Existem dois tipos de serra, a que é utilizada para serrar a madeira e a que é utilizada para cortar a ferragem.

-Betoneira

Equipamento utilizado para produção de argamassa. Nesta obra, a betoneira tem capacidade para 580 l e potência de 7,5 CV (1730 RPM).

-Prumo

Equipamento utilizado para verificar o prumo, o nível da alvenaria e das estruturas de concreto. Mesmo existindo o prumo a laser, durante a fixação das formas e elevação da alvenaria, utilizou-se o prumo manual e corpos de concreto penduradas por fio de arame.

-Ferramentas

Nesta obra foram utilizadas as seguintes ferramentas:

- Pás;
- Picaretas
- Carros de mão;
- Colher de pedreiro;
- Prumos manuais;
- Escalas;
- Ponteiros;
- Nível, etc

8.7 - Materiais utilizados

-Aço

Utilizado nas peças de concreto armado, foram utilizados o aço CA – 50 e o aço CA – 60, com diâmetro conforme especificado no projeto.

-Areia

Para o concreto: areia grossa peneirada na peneira de 10 mm;
Para a argamassa da alvenaria: areia grossa peneirada na peneira de 5 mm

-Água

A água utilizada na obra foi fornecida pela CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba).

-Agregado Graúdo

O agregado utilizado para os pilares é a brita 19 e para as lajes, é a brita 19 e a brita 25.

-Cimento

O cimento utilizado é o cimento Portland Nassau CP II – Z – 32.

-Madeira

A confecção das formas se dá na própria obra sendo responsabilidade do carpinteiro. Tábuas de madeira possuem um reaproveitamento de 10 vezes. Algumas das formas utilizadas para forma de pilares estão sendo reaproveitadas nas formas das vigas.

-Armação

Confecção realizada na própria obra, compreendendo as operações:

Corte;

Dobramento;
Montagem;
Ponteamento;
Colocação das "cocadas".

8.8 - Concretagem e armadura

Procedida de forma a evitar problemas com aglomerações de vergalhões nas bases dos pilares e continuação dos mesmos no pavimento superior, ocorre o congestionamento de barras, dificultando a passagem do agregado graúdo entre as barras, ocasionando o "brocamento", que é a ausência de agregado graúdo no cobrimento da armadura, gerando um vazio preenchido parcialmente pela pasta, prejudicando o cobrimento necessário para combater os efeitos da oxidação da armadura.

8.9 - Adensamento

O adensamento do concreto é feito com vibrador de imersão, atingindo toda a área onde existe concreto como também a profundidade das peças. Outro cuidado importante é não prolongar seu uso, evitando a separação dos componentes do concreto e nem permitir que o vibrador encoste-se às armaduras.

9 - Segurança na obra

Para se ter uma obra devidamente segura e necessária que todos os operários e visitantes façam o uso de capacete. Os operários também devem utilizar botas e luvas. Os soldadores devem utilizar máscaras metálicas e os operários responsáveis pela concretagem devem estar protegidos com cinto de segurança, porem está não foi à realidade desta obra porque a maioria dos operários não utilizava os equipamentos adequados.

As formas utilizadas são de madeira o que agrava muito na incidência de pedaços de madeiras e pregos que geralmente ficam expostos após a desforma causando acidentes.

10 - Atividades desenvolvidas durante o estágio

Cronograma

O estágio foi iniciado no dia 02 de Julho de 2007, quando a obra se encontrava praticamente no início onde já tinha feito a demolição das antigas dependências do mercado e conseqüentemente a retirada dos entulhos, e dava-se início a regularização do terreno.

1º Etapa:

O primeiro passo foi o conhecimento do canteiro de obra e naquele momento, as atividades desenvolvidas era a compactação do aterro através de métodos mecânicos na parte, mas baixa e a retirada de rocha através de métodos explosivos na parte, mas alta do mesmo.

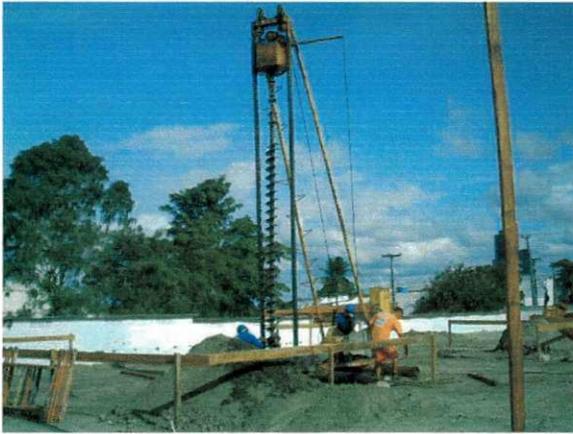


2º Etapa:

Terminado o nivelamento do terreno deram-se início as fundações de sustentação da cobertura que esta compreende quase 85% da obra.

Acompanhamento da:

- Fundação feita em Estacas a Trado Mecânico que em média atingiram 5,5 metros de profundidade;
- É feita a perfuração com o trado mecânico ate atingir a rocha;
- Cada pilar da fundação recebeu cinco estacas de concreto armado;
- No total foram oito pilares de sustentação da cobertura que vai ser em estrutura metálica;



3º Etapa:

Após a perfuração coloca-se um tubo de PVC que vai servir de guia para retirada da terra através do trado manual, para em seguida colocar as ferragens e depois o concreto;

Acompanhamento da:

- Regularização da base da fundação com o concreto magro para em seguida receber o bloco de coroamento;



4º Etapa:

Acompanhamento da:

- Montagem da ferragem do bloco de coroamento;
- Montagem das fôrmas para concretagem do bloco de coroamento;

Na concretagem colocam-se camadas de concreto para poder vibrar melhor e o concreto se adensar preenchendo todos os vazios;

- Foi utilizado o concreto usinado fornecido pela SUPER MIX e também concreto feito na obra através da betoneira;



5º Etapa:

Acompanhamento da:

- Montagem da ferragem do pilar (na parte de cima do pilar vão ter 25 parafusos que vão servir para fixar a viga da estrutura metálica da coberta);
- Montagem das formas do pilar;
- Concretagem do pilar com concreto usinado fornecido pela SUPER MIX;



Teve de ser feito um reforço na base dos oito pilares;

- Foi escavada ao redor dos pilares e feita uma base de Solo Cimento (Traço de cimento e areia), para então receber uma camada de concreto armado.



6º Etapa:

Depois de terminada essa etapa da concretagem dos oito pilares, deu-se inicio a execução da sapata do pilar central.

Pilar central compreende uma estrutura de 1,60 m x 1,20 com 12 metros de altura e um bloco de sapata de 7,80 m x 7,80 m.

Acompanhamento da:

- Montagem da ferragem da sapata do pilar central;
- Montagem das formas de escoramento;
- Concretagem da sapata com concreto usinado fornecido pela SUPER MIX;



7º Etapa:

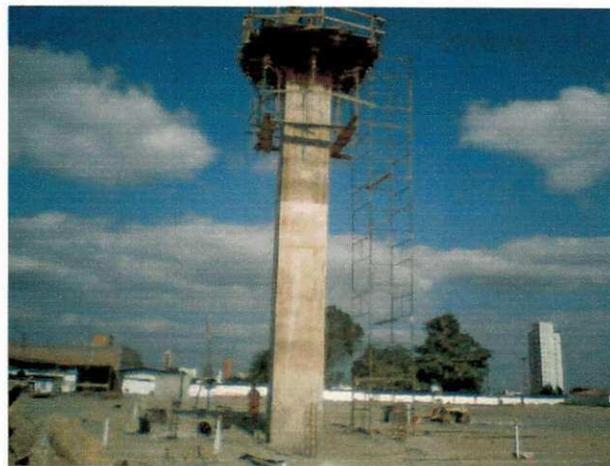
Finalizando a fundação do pilar central dar-se início ao levantamento do mesmo que vai ser executado com um equipamento chamado de forma deslizante.

Esse equipamento é terceirizado pela empresa encarregada da obra.

A empresa responsável por esse equipamento é a FORDENGER - FORMAS DESLIZANTES LTDA, residente no Recife-PE.

Acompanhamento:

- Montagem da forma
- Montagem das ferragens
- Concretagem do pilar onde foi usado concreto produzido na própria obra.



11 - Considerações finais

Sendo a construção civil uma das atividades que mais gera empregos e renda, e, portanto, o Engenheiro civil um dos responsáveis em fazer com que a mesma obtenha lucros é de fundamental importância que se tenha uma boa administração. A administração desses recursos deve ser feita de forma racional a fim de se reduzir custos. Uma boa administração dessa atividade começa com um bom planejamento de todas as atividades a serem desenvolvidas e também um bom orçamento, proporcionando a obtenção de êxitos em suas atividades, sendo também de grande importância uma boa qualificação profissional dos operários.

A Engenharia Civil é uma atividade que abrange uma grande diversidade de serviços e técnicas, além de um bom relacionamento pessoal entre todos os profissionais envolvidos. Por isso, um estágio nessa atividade, para os estudantes de engenharia civil é muito importante, pois ele acarreta aquisição de mais conhecimentos desenvolvida pelo estagiário na prática da construção civil, nas três fases da construção que se pode distinguir em trabalhos preliminares, de execução e acabamento.

Após o estágio supervisionado, pode-se dizer que para construir uma obra civil é necessário que o Engenheiro responsável pela obra tenha um conhecimento técnico, prático e administrativo na construção civil, além de uma boa equipe de profissionais em todas as etapas do empreendimento desde a elaboração do projeto até o fim de sua execução. Com isso, afirmar-se que todo o conhecimento teórico adquirido, até agora abordados, pelos professores ao longo de todo o curso é indispensável para a formação profissional por isto é extremamente importante uma constante revisão e atualização dos conceitos adquiridos, pois a tecnologia aplicada na Engenharia Civil está continuamente sendo desenvolvida para uma melhor e mais eficiente produtividade e qualidade na construção civil.

Esse tipo de estágio é importante para que se possa desenvolver as relações humanas e despertar a consciência profissional e o amadurecimento do estudante. Além disto, deve-se conhecer a legislação vigente, desta área de atuação, para que seja possível realizar os procedimentos construtivos de acordo com a lei em vigor.

12 - Referências Bibliográficas

- ✓ BARROS, Profª. Mercia. *Apostila de Fundações*, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia da Construção Civil, Tecnologia da Construção de Edifícios I PCC-2435, revisão em fevereiro de 2003.
- ✓ CARDÃO, Celso. *Técnica da Construção*, 1º volume, 1º edição, edição da arquitetura e engenharia; editora da universidade de Minas Gerais.
- ✓ Notas de Aula A. *Tipos de Lajes, Estruturas de Concreto I*; projeto de lajes janeiro de 2002.
- ✓ Apostila do Curso de Construções de Edifícios do professor Marcos Loureiro Marinho - Universidade Federal da Paraíba.
- ✓ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6118 Projeto e execução de obras de concreto armado. Rio de Janeiro, ABNT, 1978, 63p.
- ✓ GUEDES, M. F. Caderno de encargos. 4 ed. São Paulo, Pini, 2004.
- ✓ YAZIGI, W. A técnica de edificar. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1999.
- ✓ ROCHA, A. M. Novo curso prático de concreto armado. 2º volume. Rio de Janeiro: Editora Científica.